

Original - Mitteilungen.

Die Herren Autoren sind für den Inhalt ihrer Publikationen selbst verantwortlich und wollen alles Persönliche vermeiden.

Phylogenie und System der Borkenkäfer.

Von Prof. Dr. Otto Nüsslin, Karlsruhe.

(Mit Abbildungen.)

(Fortsetzung aus Heft 4.)

Xyloterus schliesst sich in der Bildung des Kauapparates an *Calandra* unter den Cossoniden an; an *Xyleborus* lässt sich in natürlichster Weise einerseits *Coccotrypes*, andererseits *Trypophloeus* (Fig. 30) anreihen, bei welchen der „Kauplatten“teil in der Entwicklung weiter fortgeschritten erscheint, und so die Vorkommnisse, die wir zunächst bei *Thamnurgus* und *Xylocleptes*, und dann in vollkommenster Ausbildung bei den typischen Tomicinen (Fig. 31) finden, einleitet.



Fig. 31.

Kauplatten. Jedoch ist der Kaumagen dieser Gruppe durch eine tiefe Kluft von demjenigen aller anderen Borkenkäfer geschieden. *Eccoptogaster* steht in Bezug auf die Bildung der „Kauladen“ primitiver als die übrigen Borkenkäfer, als die Platypiden, die Cossoniden, ja als die meisten Rüsselkäfer, indem die zur Bildung der Kaubürsten bestimmten Borsten weder die breite plattenartige Verbreiterung ihres distalen Teils, noch die regelmässige Uebereinanderlagerung besitzen. Sie sind gleichsam im ersten Anlauf zur Bildung von Bürsten stehen geblieben, indem sie distal nur durch ihre Krümmung und durch schwache Verbreiterung und nur teilweise durch Aufeinanderlagerung einen büstenartigen Teil formieren (Fig. 32), während der basale Teil der Borsten die Anlage zur

Bei den genannten Borkenkäfern treten so in allmählich fortschreitender Weise zu den „Kauladen“ die „Kauplatten“ Lindemann's hinzu, welche, stets vorn gelegen, immer wie die Kaubürsten paarig angeordnet, und nach dem vorderen Sack des Kaumagens scharf abgegrenzt sind. Die mediane Trennungslinie der Kauplatten ist die Fortsetzung der Kauladenmediane, welche in der Mitte zwischen den Kaubürsten gelegen ist. Die Kauplatten können derartig an Ausdehnung zunehmen, dass sie zuletzt die Kaubürsten an Länge übertreffen (*Cryphalus*, *Pityogenes*, *Polygraphus*).

Neben den Tomicinen und ihren Verwandten besitzt auch die Unterfamilie der *Eccoptogasterini*

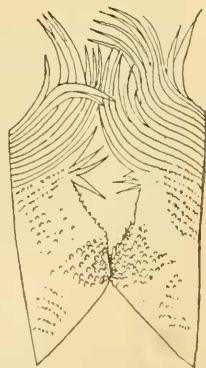


Fig. 32.

Bildung einer gitterförmigen „Abdachung“ schon deutlich zu erkennen giebt. Der basale unpaare Teil der Borstenreihen ist dagegen kaum wiederzuerkennen: Dieser Teil der Borsten, (die Sperrborsten), erscheint rückgebildet, hier findet sich eine Lücke, welche den Kaumagen von *Eccoptogaster* besonders charakterisiert. *Eccoptogaster* steht daher in der Bildung des Kaumagens ganz isoliert da, zeigt weder Anschluss an die Curculioniden, noch an die übrigen Borkenkäfer und Cossoniden.

Lediglich vom Gesichtspunkt der Bildung des Kaumagens würde es daher gerechtfertigt erscheinen, den *Eccoptogaster* eine besondere Stellung vom Rang einer Familie unter den Rhynchophoren einzuräumen.

Viel näher schliesst sich der Kaumagen der typischen Hylesiniden an die Vorkommnisse bei den Curculioniden an. Nur darin unterscheidet er sich typisch, dass die Abgrenzung der einzelnen Kauladen nach vorn fehlt. In Bezug auf die Kaubürsten und die gitterartige Abdachung stimmt dagegen der Kaumagen der typischen Hylesiniden und der mit deutlichen Kaubürsten versehenen Curculioniden überein. (Fig. 33, S. 154 und Fig. 26). Nach vorn gehen die paarigen Kaubürsten durch den sogenannten unpaaren Ansatz Lindemann's, das sind Querreihen von Chitinzähnen oder -leisten, allmählich in die diffuse Bezahnung des Sackes des Kaumagens über. Dieser „unpaare Ansatz“ ist dadurch von der diffusen Bezahnung des vorderen Sacks unterschieden, dass entweder die Trennungslinien der 8 Kauladen sich eine Strecke weit fortsetzen, oder dadurch, dass die Chitinzähnen an diesem Abschnitt in gebogenen, nach den Kauladen zu konvex geordneten Wellenlinien angeordnet sind, eine Anordnung, die weiter nach vorn verloren geht. Bei einem Teil der Hylesiniden kann jedoch der „unpaare Ansatz“ dadurch einen paarigen Charakter annehmen, dass in der Fortsetzung der Trennungslinie der paarigen Kaubürsten die Wellenlinien durch schwächere Chitinisierung „gescheitelt“ erscheinen. So bei den Gattungen *Hylastes*, *Hylurgus*, *Dendroctonus* gegenüber den Gattungen *Myelophilus*, *Hylesinus*, *Pteleobius*, *Xylechinus*, *Phloeotribus* u. a. Im Gegensatz hierzu treten bei einzelnen Gattungen die Wellenlinien gerade in der unpaaren Mitte besonders deutlich hervor, während sie nach den Rändern des unpaaren Ansatzes undeutlicher werden oder durch homogene Chitinisierung verschmelzen (*Phthorophloeus*, *Phloephthorus*).

Während im allgemeinen bei den echten Hylesiniden die Wellenlinien des unpaaren Ansatzes nach vorn unmerklich in die diffuse Bezahnung des Sackes übergehen, findet sich bei einigen Gattungen, die nicht mehr den engeren Hylesiniden zugerechnet werden können, eine deutliche Abgrenzung des „unpaaren Ansatzes“ durch unvermittelte Aenderung der Chitinisierung oder durch die Form der Chitinzähnen. Der unpaare Ansatz kann durch stärkere Chitinisierung plattenartig werden (*Crypturgus*, *Ernoporus*). (Fig. 34). Wir haben alsdann wirkliche Kauplatten, von den Tomicinen aber unterschieden durch das Fehlen der paarigen Anordnung.



Fig. 34.

Ein Mittelglied zwischen diesen letzteren Vorkommnissen und den paarigen Kauplatten der Tomicinen wird durch solche Formen vertreten,

die eine deutliche paarige Anordnung ihrer Kauplatten zeigen, zugleich aber auch Wellenlinien von Zahnbildungen. (Fig. 35). Hierher gehören die Gattungen *Pityophthorus* und *Carphoborus* einerseits, die Gattungen *Hypoborus* und *Liparthrum* andererseits, jedoch ebenso die Gattungen *Thamnurgus*, *Lymantor*, *Xylocleptes*, *Hypothenemus*, ja selbst *Trypophloeus*. Hierdurch ergibt sich, dass die Tomicinen und Hylesinen durch Zwischenformen in Bezug auf die Bildung des Kaumagens überbrückt werden. Die Anschauung Lindemanns, dass die Tomicinen und Hylesinen scharf getrennt sind, dass es innerhalb der Borkenkäfer nur 3 Typen von Kaumägen gäbe: *Eccoptogaster*-, Tomicinen- und Hylesinen-Typ, muss daher als durchaus unrichtig fallen gelassen werden.

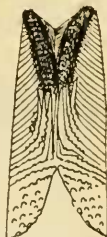


Fig. 35.

Ebenso irrte Lindemann, wenn er (8. S. 11) nur den *Rhynchaenides* unter den Curculioniden den Besitz von Kaubürsten zuschrieb, von den *Curculionides* aber sagte: ihre Kauladen besitzen keine „Bürsten“. Solche sind z. B. bei der Gattung *Brachyderes* deutlich ausgebildet und nicht wesentlich von *Pissodes* und anderen Rhynchaeniden unterschieden. Auch war es ein Irrtum Lindemanns, den *Rhyncoliden* (Cossoniden) ausschliesslich einen Hylesiniden-artigen Kaumagen zuzuweisen. Innerhalb dieser Familie ist die Bildung des Kaumagens höchst verschiedenartig. *Calandra* hat einen Kaumagen, der sich mit *Xyloterus* vergleichen lässt, *Stereocorynes* hat Kauplatten wie die Tomicinen, *Eremotes* besitzt einen „unpaaren Ansatz“, aber die Wellenlinien laufen nach hinten konkav, bei den Hylesiniden dagegen konvex. Ueberhaupt ist die Bildung des Kaumagens der Cossoniden nur oberflächlich den Vorkommnissen der Borkenkäfer ähnlich, bei näherer Betrachtung stets durch besondere Merkmale geschieden und gleichsam fremdartig. Ferner irrte Lindemann dadurch, dass er den Attelabiden jegliche Kaumagenbildung abgesprochen hatte. Es fanden sich, wie wir oben (S. 110, Fig. 25) gesehen haben, bei *Apoderus* die primitivsten Anfänge in Form noch unpaarer Borstenreihen.

Der Kaumagen entsteht erst bei der Puppe, beziehungsweise bei der erwachsenen zur letzten Häutung sich vorbereitenden Larve, noch bevor sich die beiden Chitinhälften des Larvenkopfes gespalten haben. In diesem Stadium der „Larvenpuppe“, einem Mittelstadium zwischen Larve und Puppe, sind bereits die Füße, die Mundteile und die Flügelstummel angelegt, und ebenso der Kauapparat in dem proven-trikelartigen Endabschnitt des Larvenvorderdarms. Zuerst treten 8 leistenförmige Erhebungen des Darmepithels auf, das an der Stelle des späteren Kauapparates aus besonders hohen Zellen besteht (Fig. 36). Unter Zellvermehrung erhöhen und verbreitern sich diese Leisten, welche auch bald an ihrer Oberfläche eine paarige Anordnung erkennen lassen. (Fig. 37).

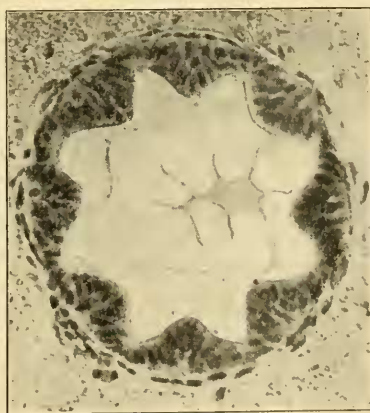


Fig. 36.

Diese Matrices der Chitinausscheidungen färben sich besonders

stark, peripherisch beginnen sich frühzeitig die Muskeln zu entwickeln, welche später mehr oder weniger dicke Lagen bilden. Schon in der Puppe sind alsdann die Chitinausscheidungen in Bezug auf die Gestalt vollendet, wie der Querschnitt der Fig 38 deutlich zeigt.

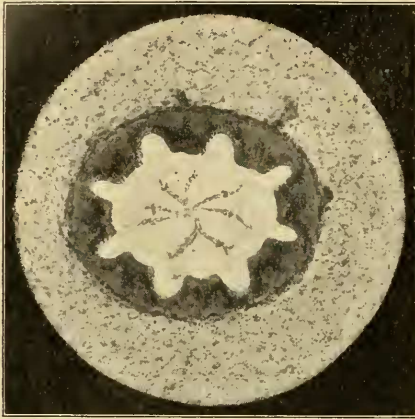


Fig. 37.

Der aus der Puppe hervorgegangene Jungkäfer bedarf jedoch noch allmählicher Festigung der Chitinteile, bevor der Kaumagen funktionstüchtig ausgebildet ist. In der Regel ist dieses Stadium mit der Dunkelfärbung der Augen erreicht. Die Tatsache, dass der Kauapparat nur in dem Imago-stadium, nicht aber im Stadium der fressenden Larve, der doch für die Nahrungsaufnahme und Nahrungszerkleinerung die Hauptrolle zukommt, weist darauf hin, dass der Kauapparat der Borkenkäfer keineswegs für die Zerkleinerung der Holz- und Rindennahrung unentbehrlich ist, da er sonst der Larve nicht fehlen dürfte. Seine

spezielle Bedeutung muss daher in Beziehung zum Imagozustand stehen. Da der Kaumagen in dem von Muskeln reich angefüllten Thorax gelegen ist, so erscheint es nahe liegend, dass das Chitinskelett des Kaumagens, das in Bezug auf Umfang nur geringe Schwankungen zulässt, den Umfang dieses Darnteiles zu regulieren hat, so dass es einem Korsett zu vergleichen ist. Durch eine solche den Darminhalt regulierende und schützende Einrichtung werden die benachbarten zahlreichen Muskeln der Beine und Flügel ihre Bewegungen (Kontraktionen) ebenso ohne Belästigung des Darminhaltes ausführen können, wie andererseits diese vielseitigen Muskeln in ihren Bewegungen nicht durch eventuelle sonst leicht eintretende Ueberfüllungen des betreffenden Darnteils mit festen Inhaltkörpern gestört werden. Ausser dieser Bedeutung besitzt jedoch der Kauapparat zweifellos die Funktion der Zurückhaltung der aufgenommenen festen Nahrung, sowie die Funktion der Sortierung durch eine siebartige Tätigkeit.

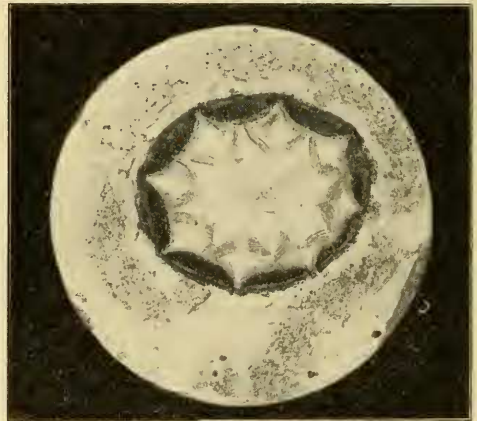


Fig. 38.

Ein Blick auf den Längsschnitt durch den Kaumagen eines *Typographus*-Jungkäfers, der schon Nahrung aufgenommen hatte (Fig. 39), zeigt uns diese Funktionen aufs deutlichste. Zwischen den Kauplatten

und Kauladen finden sich fast senkrecht ins Lumen ragende und dieses letztere fast verschliessende, stabförmige, distal zugespitzte Gebilde, die „Sperrborsten“, welche derartig zurückhaltend wirken, dass der Kauladenabschnitt des Kaumagens fast leer, der nach vorn gelegene Plat-

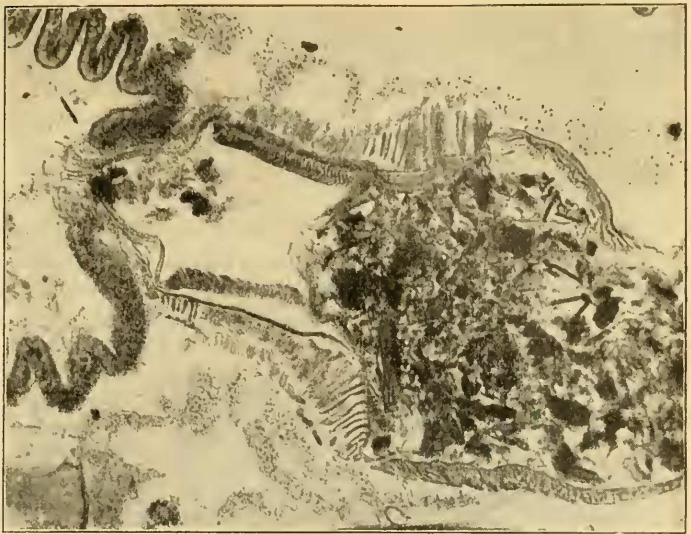


Fig. 39.

tenteil und Sack dagegen dicht angefüllt erscheint, und zwar von groben und eckigen Bestandteilen einer noch wenig zerkleinerten Nahrung. Im Kauladenabschnitt finden sich nur zerkleinerte und abgerundete Nahrungsteile. Noch deutlicher erscheint die Abschlussfunktion dieses Abschnitts auf dem Querschnitt durch die Brustregion eines *Acuminatus*-Jungkäfers (Fig. 40). Es ist nach dieser Figur klar ersichtlich, dass nur weiche oder kleinere Bestandteile der Nahrung rückwärts passieren können.

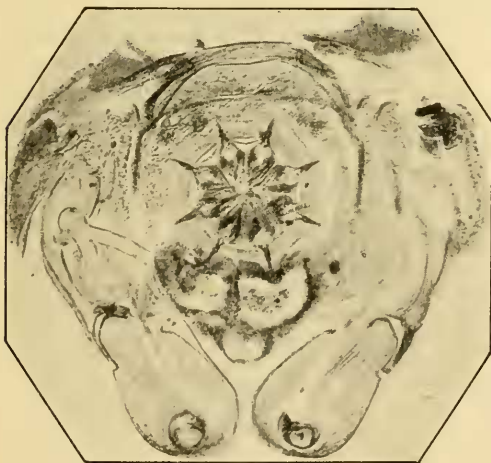


Fig. 40.

Da die Borkenkäferimagines wohlentwickelte Speicheldrüsen besitzen, wird im Sack des Vormagens auch eine chemische Einwirkung stattfinden. Zweifellos erscheint auch die mechanisch zerkleinernde Funktion der mit kräftigen Kauplatten versehenen Kaumägen. Hierfür sprechen ebensowohl die kräftigen Hacken-Zähne (Fig. 41), als auch die gewaltige Entwicklung der Muskulatur in dem betreffenden Abschnitt. Aus der letzteren dürfen wir auf ähnliche Funktionen auch bei

denjenigen Kauapparaten schliessen, welche statt der Platten „unpaare Ansätze“

enthalten, da auch hier eine kräftige Muskulatur vorhanden ist.

Die Funktion der Kaubürsten wird wohl in der Fortbewegung der Nahrungsbestandteile bestehen, da die Muskeln in diesem Abschnitt

weniger entwickelt, die Contenta auch schon weich erscheinen. Am Uebergang der Kauladenteile zum Mitteldarm findet sich eine sphinkterartige Einschnürung (der sogen. „Rüssel“) (Fig. 39).

Die Funktionen des Kaumagens der Borkenkäfer sind ohne Zweifel bei den verschiedenen Gruppen sehr verschiedene. Dafür sprechen ebensowohl die wechselnden Grössenverhältnisse als auch die verschiedenen Ausstattungen mit Chitingebilden.

Relativ sehr klein erscheint er bei den Holzbrütenden Gattungen *Xyloterus* und *Xyleborus*, er bildet hier eine enge zylindrische Röhre mit schwacher Muskulatur und ist weit vorn in die Kopfgegend gerückt. Kauende zerkleinernde Arbeit wird dieser Apparat nicht leisten können, da er nur aus dem Ladenteil besteht (Fig. 29). Zurückhaltend und siebend wirken auch hier die an der Basis der Bürsten gelegenen Sperr-

borsten. Da die Holzbrüter als Larven vorwiegend von den Säften und von den angesiedelten Pilzrasen leben und selbst keine (*Xyleborus*) oder doch nur sehr kurze (*Xyloterus*) Gänge nagen, wird auch die Ernährungsweise der Imagines die gleiche sein wie bei den Larven. Niemals sieht man auch hier einen substanzzerstörenden sogenannten „Nachfrass“ der Jungkäfer vor der Geschlechtsreife. Es ist deshalb anzunehmen, dass die Holzbrüter-Imagines ihre Nahrung im Imagostadium gleichfalls aus den Holzsäften und Pilzrasen decken. Hier-

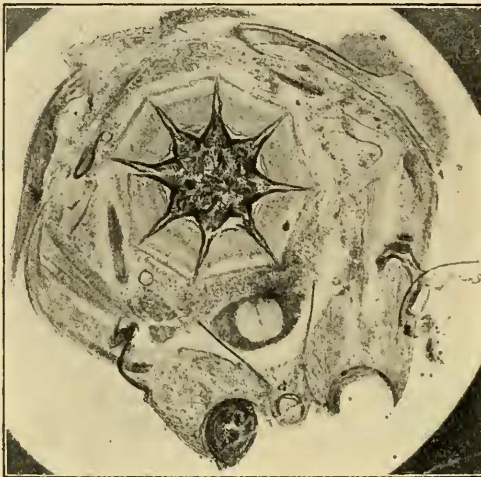


Fig. 41.

durch wird es uns verständlich, dass sie unter allen Borkenkäfern die primitivsten Kaumagen-Apparate besitzen.

Wir wollen von hier aus zu dem Extrem in Bezug auf die Ausbildung der Kauapparate, zu *Ips*, übergehen. Schon die Betrachtung der Figuren 39, 40, 41 von *Ips typographus* und *acuminatus* belehren uns zur Genüge, dass der Apparat eine bedeutende, mechanisch zerkleinernde Funktion haben muss, so gewaltig erscheinen Muskulatur und Bezahnung entwickelt. Figur 39 zeigt die gespreizte Stellung der Kauplatten, während der Sack sich gerade im Stadium der Erweiterung befindet. Da die Kauplattenabteilung die zahlreichste Muskulatur trägt, aber auch der Sack kräftige Muskellagen besitzt, so wird die Kautätigkeit einerseits durch ein Drücken des Sackinhalts gegen den geöffneten Plattenfächer, andererseits aber durch ein Öffnen und Schliessen des Plattenfächers in radialer Richtung bewirkt werden. Figur 41 gibt uns eine Vorstellung von der Bewegung des Kauplattenfächers in radiärer Richtung. Die äussersten Muskellagen werden bei Kontraktion eine Verengung der acht Ecken, die innersten Muskellagen dagegen eine Oeffnung bewirken. Diese Bewegung zeigt uns auch die Wirksamkeit der auf dieser Figur

sehr deutlichen „Hackenzähne“ (vergl. Fig. 31, S. 154), welche bei *Ips*, *Pityogenes* und *Dryocoetes* kräftig entwickelt sind, bei *Cryphalus* und *Polygraphus* aber vollständig fehlen. Unterhalb dieser Hackenzähne, radiär nach aussen, finden sich kurze „Sekundär-Sperrborsten“, die auch auf den in eine Fläche ausgebreiteten Kaumagenfiguren erkennbar sind, sie sollen wohl das Eindringen von Nahrungsteilen in die radiären Ecken verhindern (Fig. 41). Sehr auffällig ist die kräftigere Muskulatur der Fig. 41 gegenüber der Fig. 40, welche letztere die Uebergangsstelle vom Plattenteil nach dem Ladenteil vorführt. Zwischen den extremen Bildungen des Kaumagens der Xyloterinen und denen der Gattung *Ips* und *Pityogenes*, welche letzteren wie in der Bildung der Flügeldecken und der Unterlippe, so auch im Kaumagen die fortgeschrittenste Anpassung zeigen, liegen mannigfach verschiedene Vorkommnisse, bei denen bald der Ladenteil, bald der Plattenteil oder sein Ersatz, der „unpaare Ansatz“, überwiegt, so dass auch die funktionellen Leistungen gewissen Schwankungen unterworfen sein werden.

Auch die Lage des Kaumagens, beziehungsweise die Länge des Oesophagus, sowie die Abgrenzung des Oesophagus vom Kaumagen ist sehr verschieden. Bei *Polygraphus* (Fig. 42) ist der vor dem Kaumagen gelegene Oesophagus sehr lang, so dass der Kaumagen in die Metathoraxregion gerückt erscheint.

Auch geht hier der Oesophagus ganz allmählich in den Kaumagen über. Bei den Hylesininen nimmt der Kaumagen eine mittlere Lage ein, er rückt an die Grenze von Meso- und Metathorax und seine Abgrenzung gegen den Oesophagus erscheint deutlicher. Die Ganglien des Bauchstrangs sind wie bei *Polygraphus* langgestreckt, ähnlich auch bei *Eccoptogaster*. Das äusserste Extrem wird von *Ips* und anderen Tomicinen vertreten. Bei *Ips* (Fig. 43) liegt der Kaumagen an der hinteren Grenze des Prothorax, der „Sack“ des Proventrikels ist scharf von der engen Speiseröhre geschieden, wie dies zuerst auch von Sedlaczek geschildert worden ist (11. S. 9). Mit den Auffassungen,

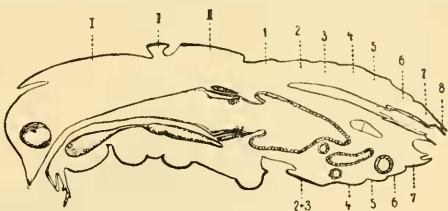


Fig. 42.

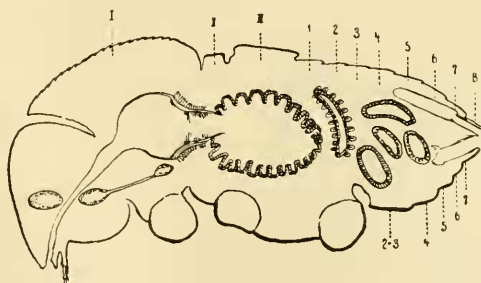


Fig. 43.

welche Sedlaczek über die Funktion des Kaumagens vertreten hat (11. S. 16 und 17), stimmen jedoch die von mir vorgetragene Anschauungen nur teilweise überein. Insbesondere kann ich mich diesem Verfasser in Bezug auf seine schroffe Ablehnung des Kauapparates als Kau- oder Durchsiebapparat nicht anschliessen.

Sehr weit nach vorne verlagert und von sehr geringem Umfang ist der Kaumagen der Holzbrüter *Xyleborus* und *Xyloterus*, wie schon oben erwähnt worden ist.

Die systematisch-phylogenetische Bedeutung des Kaumagens muss nach dem Vorgetragenen hoch eingeschätzt werden. Wie überall gibt es auch bei dem Borkenkäferkaumagen völlig isolierte unüberbrückbare Vorkommnisse einerseits und durch Uebergänge zusammenhängende Erscheinungen andererseits.

Der erstere Typ ist z. B. durch *Eccoptogaster* vertreten, er steht fremdartig allen anderen Borkenkäfern, ebenso den Platypiden, Curculioniden und Cossoniden gegenüber, wie ja auch die Form der Flügeldecken und der Absturz des Bauchprofils diese Gruppe isolieren. Alle anderen Borkenkäfer haben durch ihre Kaubürsten ein Merkmal, welches sie unter sich, sowie mit den Platypiden, den Cossoniden und mit den meisten Curculioniden verbindet. Im Nachfolgenden soll der Kaumagen der Borkenkäfer nach Ausscheidung der Familie der *Platypidae* und der Unterfamilie der *Eccoptogasterinae* einer analytischen Betrachtung unterworfen werden, um die Bedeutung dieses Organes zu Zwecken der Systematik und für die Beurteilung der Verwandtschaften der einzelnen Gattungen darzutun.

Für eine solche analytische Tabelle bedürfen wir zunächst einer präzisen eingehenden Terminologie. Wir werden unter Anlehnung an Lindemann die nötigsten Bezeichnungen zunächst in Wort und Bild erläutern und festlegen.

Mit Lindemann unterscheiden wir den Kaumagen im engeren Sinne als den hinteren Abschnitt des Proventrikels und trennen somit den (hinteren) „Kaumagen“ (im engeren Sinn) von dem vorderen „Sack“ (Fig. 43). Während der Sack nach vorn in den Oesophagus übergeht, setzt sich der Kaumagen durch die Verengung des „Rüssels“ in den Mitteldarm fort (Fig. 39). Der Kaumagen besteht der Quere nach aus acht „Kauapparaten“, jeder Kauapparat der Länge nach aus dem vorderen „Plattenteil“ und dem hinteren „Ladenteil“ (S. 154). Während bei allen Borkenkäfern (ausser *Eccoptogaster* (Fig. 32) der Ladenteil aus 8 paarigen „Bürsten“ besteht, der Ladenteil also nie fehlt, kann der Plattenteil fehlen (Fig. 26, 29), oder als minimaler Anfang einer Plattenbildung auftreten (Fig. 30), überhaupt sehr verschieden gestaltet sein. An ihm finden wir deshalb auch die wichtigsten Kennzeichen zu einer Unterscheidung und Charakterisierung der Gattungen und Gruppen, oft sogar auch der Arten (*Crypturgus*, *Pityophthorus*, *Cryphalus* u. a.)

Am Ladenteil unterscheiden wir an jedem Apparat stets den vorderen Anfangsteil der paarigen Bürsten, der unpaar beginnen, aber auch schon von Beginn an paarig, jedoch verengt sein kann, so dass von ihm die paarigen Bürsten divergieren. Der Anfangsteil enthält bei allen Borkenkäfern (ausser *Eccoptogaster*), ebenso bei Rüsselkäfern schmale gerade oder säbelförmig geschwungene, einfache oder gegabelte, zugespitzte Stäbe, die wir „Sperrborsten“ nennen wollen, da sie an der Grenze zwischen Platten- und Ladenteil nach dem Lumen gestellt den Durchgang der Darmcontenta zu „sperrn“ haben (Fig. 39, 40). Auch die Sperrborsten können, wie die am Ende plattenartig verbreiterten Borsten

der „Bürsten“, mit schmalen basalen stabartigen Teilen beginnen (Fig. 27, 44) deren schiefe und reihenweise Anordnung die seitlichen „Abdachungen“ der Ladenteile bilden (Fig. 30). Vor dem Uebergang der basalen Abdachungsstäbe in die Bürsten können zahnartige Fortsätze vorkommen, die „Abdachungszähne“ (Fig. 31, 38, 44, 45).

Die „Abdachungszähne“ der Kauladenteile kommen nur bei einzelnen Gattungen vor. Sie erscheinen sowohl in der Aufsicht des ausgebreiteten Kaumagens (Fig. 31), als an isolierten Chitinbestandteilen der Kaubürsten (Fig. 44, I, z), als ganz besonders auf Querschnitten (Fig. 45, z, 38).

Die „Abdachungszähne“ fehlen sowohl bei Rüsselkäfern (Fig. 28) als bei *Polygraphus* wie auch bei einzelnen Hylesiniden (Fig. 46).

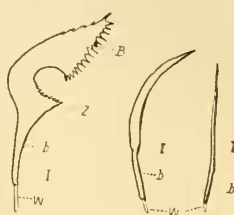


Fig. 44.

Am vorderen Ende des Kauladenteils finden sich wie schon erwähnt die „Sperrborsten“. Sie treten in primitiver Form schon bei den Rüsselkäfern auf (Fig. 27). Sehr ausgebildet und bis ins Zentrum des



Fig. 45.

Lumens ragend finden sie sich insbesondere bei Tomicinen, z. B. bei *Ips* (Fig. 40). Bei *Pityogenes*, aber auch bei *Cryphalus*, können sie über die Kaubürsten hinausragen.

Eine weitere Bildung, welche jedoch schon den Kauplatten zuzählen ist, sind die „Hackenzähne“, welche insbesondere zwischen dem medianen und intermedianen Rande stehen (Fig. 31, S. 154, 41). Die Hackenzähne sind gegen die 8 Ecken zu gerichtet wirksam. Deshalb finden sich vor den Hackenzähnen und eckenwärts besondere Borsten, die „Secundär-Sperrborsten“, welche wohl das Eintreten von Nahrungsteilen in die Ecken verhindern sollen. Dieselben lassen sich auch auf den ausgebreiteten Flächenbildern der Kaumägen (Fig. 31, S. 145 und 154) erkennen.

Am Plattenteil jedes Kauapparats finden sich entweder rudimentäre

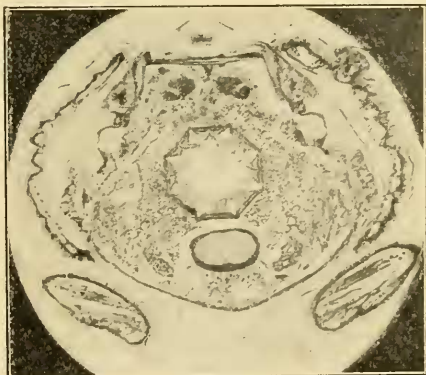
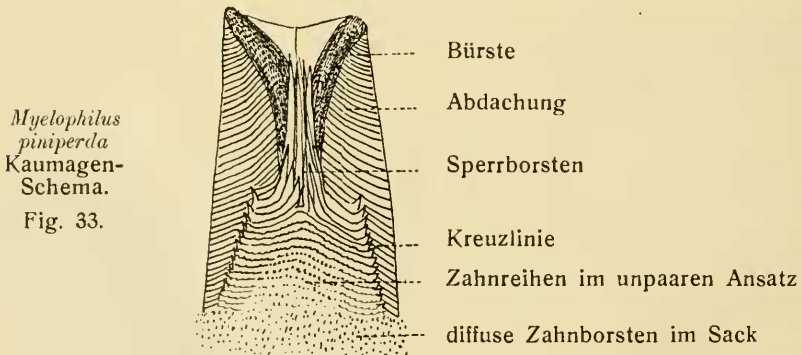
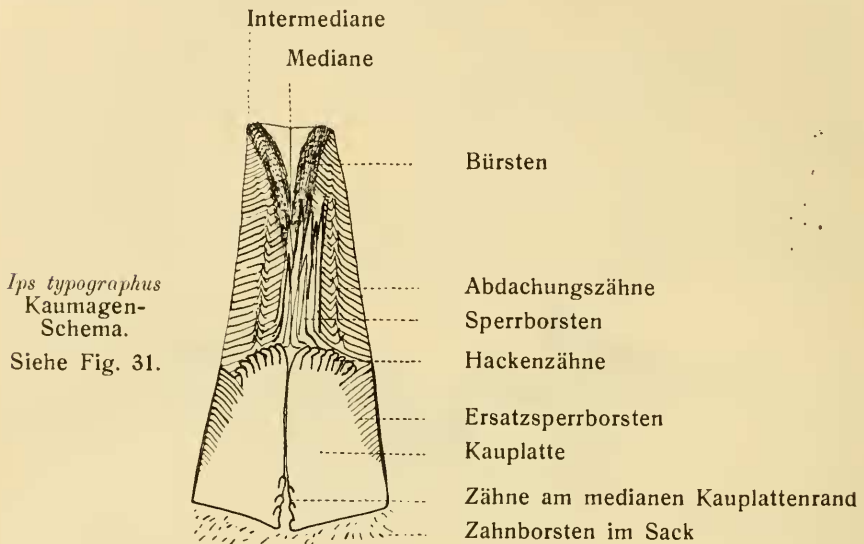


Fig. 46.

plattenartige Ansätze (Fig. 30) oder wohlentwickelte Platten (Fig. 31) oder quere Chitinleisten (Fig. 34) oder Querreihen von Chitinzähnen (Fig. 33). Wenn echte „Platten“ vorkommen, sind dieselben stets paarig angeordnet, indem die mediane Trennungslinie der paarigen Kaubürsten sich auf den Plattenteil fortsetzt und an jedem „Apparat“ zwei Plattenhälften entstehen lässt (Fig. 31). Diese Trennungslinie wollen wir schlechtweg die „Mediane“ nennen, die Trennungslinien zwischen den 8 Apparaten



dagegen die „Intermediäre“. Wenn im Kauplattenteil Querreihen von Leisten oder Zähnen vorkommen, so kann eine Scheidung in der Medianen vollständig fehlen, der Plattenteil ist dann unpaar, der sogen. „unpaare Ansatz“ Lindemanns (Fig. 33, 34).

Der „unpaare Ansatz“ kann nach vorn als Plattenteil durch gleichmässige Chitinisierung scharf abgegrenzt sein (Fig. 34), er kann aber auch durch „Scheitelung“ oder durch „homogene Randchitinisierung“ einen paarigen Charakter andeuten. (Fig. 33).

Wo Querreihen von Chitinleisten oder Chitinzähnen vorkommen, können in schiefen Reihen angeordnete Zahnbildungen auftreten, welche an die Abdachungszähne im Kauplattenteil erinnern. Die Zähne bilden markierte nach vorne zu divergierende Linien, welche wir „Kreuzlinien“ nennen wollen, da diese Linien sich mit den gleichhäftigen Längslinien der Kaubürsten mehr oder weniger kreuzen (Fig. 33). Die Kreuzlinien begrenzen ein mittleres, mehr oder weniger ebenes Feld des „unpaaren Ansatzes“ und trennen dieses Feld von den geneigten Randflächen desselben. Diese geneigten Randflächen zeigen Leisten, welche parallel zu den Leisten der Abdachung des Kauladenteils sich in dieselben fortsetzend verlaufen.

Um die im vorgehenden besprochenen technischen Ausdrücke für die Merkmale bequem überblicken zu können und zum Zwecke einer leichteren Benutzung der nachfolgenden analytischen Tabelle verweisen wir auf die vorstehenden zwei Figuren (S. 154), an welchen die in der Tabelle oft genannten Merkmalausdrücke angeschrieben sind. Im übrigen verweisen wir auf die Photogramme und die schematischen Skizzen der wichtigeren Kaumagenchitinskelette.

Figuren-Erklärung:

- Fig. 31. *Ips typographus*. Der halbe Kaumagen ausgebreitet. Vergleiche hierzu das Schema mit der Bezeichnung der einzelnen Termini technici auf Seite 154 (obere Figur).
- Fig. 32. *Eccoctogaster scolytus*. Ein Kauapparat. 140/1.
- Fig. 33. *Myelophilus piniperda*. Ein Kauapparat. Schema mit den Termini technici. S. 154 (untere Figur).
- Fig. 34. *Ernoporus tiliae*. Ein Kauapparat. 150/1.
- Fig. 35. *Pityophthorus ramulorum*. Ein Kauapparat. 150/1.
- Fig. 36. *Ips typographus*. „Larvenpuppe“ (mit gespaltener Larvenkopikapsel). Kaumagen. Querschnitt. Die 8 leistenartigen noch unpaaren Erhebungen des Epithel deutlich erkennbar, die Matriceszellen der Muskeln noch isoliert.
- Fig. 37. *Ips typographus*. „Halbpuppe“ (Puppenstadium noch nicht vollendet). Kaumagen. Querschnitt. Die 8 Leisten verbreitert und auf ihrer Kuppe schon durch Einbuchtung paarig angelegt.
- Fig. 38. *Ips typographus*. Puppe. Kaumagen. Querschnitt. Weitere Verbreiterung der 8 „Kauapparate“. Die Chitinplatten der Kaubürsten sind schon abgeschlossen, der äussere Muskelring ist geschlossen.
- Fig. 39. *Ips typographus*. Jungkäfer. Kaumagen. Längsschnitt. Die Nahrungsmassen sind durch die ins Lumen gestellten Sperrborsten im Kauplattenteil und Sack zurückgehalten, nur wenig Teile liegen im Kaubürstenteil und werden durch den Rüssel gehindert, in den Mitteldarm überzutreten.
- Fig. 40. *Ips acuminatus*. Querschnitt durch den Prothorax mit dem Kaumagen an der Grenze zwischen Kauplatten- und Kauladenteil in der Region der „Sperrborsten“. Die Sperrborsten treffen mit ihren Spitzen im Centrum des Lumens zusammen. Ihre abschliessende und siebende Funktion ist unverkennbar. Die Muskeln von Ecke zu Ecke sind in mehreren Lagen erkennbar. Ventral sind Vorsprünge des Mitteldarms, zu unterst ein Brustganglion, links das Prothorakal-Stigma mit den Tracheen sichtbar, ebenso die Hüften der Vorderbeine. 40/1.
- Fig. 41. *Ips acuminatus*. Querschnitt durch den Prothorax mit dem Kaumagen in der hinteren Kauplattenregion vor den Sperrborsten. Man siehe die „Hackenzähne“ dieser Gegend und das mit Nahrungsteilen gefüllte Lumen. Der Schnitt liegt etwas vor demjenigen der Fig. 40. Die Muskulatur ist noch mächtiger als auf der Fig. 40. Muskeln und Hackenzähne sprechen deutlich für eine zerkleinernde Funktion des Kauplattenabschnittes. 40/1.
- Fig. 42. *Polygraphus polygraphus*. ♀ Puppe. Vertikaler Längsschnitt. Der Kaumagen liegt in der Mitte des Körpers im hinteren Metathoraxabschnitt.

der Oesophagus geht allmählich in den Proventrikel über. Nervensystem mit langgestreckten Gangliengruppen. Am Munde ventral der Hypopharynx und die Unterlippe. I, II, III die drei Thoraxsegmente, 1—8 die Abdominalsegmente. Mastdarm und Scheide erkennbar. 20/1.

Fig. 43. *Ips typographus*. ♂ Jungkäfer. Vertikaler Längsschnitt. Der Kaumagen liegt hinten im Prothorax und ist gegen die Speiseröhre als rundlicher Sack deutlich abgegrenzt. Die Muskulatur in der Gegend der Kauplatten am kräftigsten. Das Nervensystem zeigt nur 2 kurze ventrale Ganglien, die durch eine lange Kommissur verbunden sind. I—III die 3 Thoraxsegmente, 1—8 die Abdominalsegmente. 15/1.

Fig. 44. *Ips sexdentatus*. Kaumagenteile. l: eine isolierte Chitinausscheidung im Ladenteil. b: der basale schmale Teil der „Abdachung“ mit dem „Abdachungszahn“ Z. B: der plattenartig verbreiterte Teil, welcher durch Aneinanderreihung und Aufeinanderlegen die „Bürste“ bildet. w: der zwischen den Muskeln nach den Ecken zu gelegene Wurzelteil. II und III: zwei „Sperrborsten“.

Fig. 45. *Ips typographus*. Teil eines Querschnitts durch den Ladenteil des Kaumagens. Die Bezeichnungen wie in Fig. 44. Die Chitinausscheidungen erscheinen durch Kontraktion der Matrices (Epithelien) künstlich abgelöst, nicht nur der Abdachungsteil, sondern auch der plattenartige Bürsteanteil waren mit dem Epithel in Zusammenhang gestanden, beide als Chitinausscheidungen des Epithels. Die zartchitigen Wurzelteile dienen zum Ansatz und zur Trennung der 8 ringförmig verlaufenden Muskelbündel, welche zum Teil mit dem Epithel zusammenhängen, zum Teil als äusserste getrennte Lage isoliert auftreten. Ersterer werden das Lumen der Ecken zu öffnen, letztere dasselbe zu schliessen haben.

Fig. 46. *Hylesinus fraxini*. Jungkäfer. Querschnitt durch den vorderen Metathoraxteil in der Gegend des Ladenteils des Kaumagens. Die Chitinplatten zeigen keine Abdachungszähne. 50/1. (Fortsetzung folgt.)

Experimente an überwinternden Lepidoptera-Puppen.

Von William Reiff, Harvard Universität. — Mit einem Zusatz von C. T. Brues, Harvard Universität.¹⁾

I. Temperatur-Versuche.

Seit der vor nunmehr 45 Jahren in den „Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark“ erschienenen Pionierarbeit Georg Dorfmeisters über die „Einwirkung verschiedener während der Entwicklungsperioden angewendeter Wärmegrade auf die Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge“, sind der Wissenschaft eine grosse Reihe hervorragender Experimentatoren erstanden, die sich mit entomologischen Temperaturexperimenten befassten. Mit gewaltiger Ueberzahl wurde bei diesen Versuchen nur mit wenigen Stunden oder Tagen alten Puppen gearbeitet, während die späteren Stadien der Puppenruhe nur selten für solche Experimente berücksichtigt wurden. Dank der angestellten Forschungen wissen wir, dass jede Lepidopteren-Art in der ersten Zeit des Puppenzustandes ein bestimmtes sensibles Stadium hat, während dessen die Puppe für die auf sie wirkenden Eindrücke äusserer Faktoren ganz besonders empfänglich ist, und, je nach der Art und Stärke der Einwirkung, die Entwicklungsgeschwindigkeit, die Grösse und Gestalt, die Färbung und Zeichnung der werdenden Imago entsprechend beeinflusst werden. Nun haben aber einige Forscher, besonders der englische Entomologe Frederic Merrifield, nachzuweisen versucht, dass in die Puppenzeit noch ein zweites sensibles Stadium fällt und diese Sensibilität im vorletzten Puppenzustand zu suchen ist, d. h. in dem der Flügelausfärbung kurz vorhergehenden Stadium.

¹⁾ Contributions from the Entomological Laboratory of the Bussey Institution, Harvard University, No. 28.